

# 항공기소음 측정 및 평가방법

리/마/기/획

1

글 : 김 선 우 / 전남대학교 건축학부, 교수(건축음향)  
e-mail : swk@chonnam.ac.kr

이 글에서는 현재 국내에서 환경관련민원 중 대표적으로 불만의 대상이 되고 있는, 항공기소음에 대한 주요 측정방법 및 평가방법에 대한 내용을 소개하고자 한다.

2001년 말 환경부 중앙환경분쟁조정위원회에 신청사건 내역을 오염원인별로 분석하여 보면 소음·진동분야가 전체의 80%이고, 그 중 항공기소음의 경우 항공기의 운항항로 신설과 운항횟수의 급격한 증가에 따라 항공기소음 피해는 공항 주변지역의 주요한 환경문제로 나타나고 있다. 이러한 항공기 소음의 평가 방법으로 한국·일본에서는 *WECPNL*을 사용하고 있지만, 세계적인 추세로는  $L_{eq}$ 에 기반을 둔 평가 척도를 채용하는 방향으로 나아가고 있다. 이는 공항 주변 환경이 항공기 소음만의 영향을 받는 것이 아니라 도로 교통 소음, 철도 소음 그리고 생활 소음 등의 복합적인 소음에 의해 영향을 받게 되므로, 이의 평가를 위해서는 항공기소음만을 평가하기 위해 만들어진 *WECPNL*보다는  $L_{eq}$ 과 같이 생활 전반적인 소음 수준을 평가할 수 있는 평가척도를 사용하는 것이 더 바람직하기 때문인 것으로 사료된다.

## 항공기소음의 발생원인

제트기의 출현 이래 항공기소음에 의한 장애는 큰 사회적 문제가 되고, 구미에 있어서 항공기소음을 저감하는 기술의 개발, 항공기소음에 대한 장애의 평가수법 개발 등 각종의 조사연구가 진행되고 있다. ICAO(국제민간항공기구)는 이들 움직임에 따라, 1969년 11월 항공기소음에 관한 특별회의를 개최하였다. 동 회의에서는 항공기소음의 표현방법과 측정방법, 비행장 주변에 있어서

항공기소음에 대한 인체의 피해 한도, 소음증명, 항공기소음 경감운항 방식의 설정기준, 토지이용 계획 등에 관한 심의가 행해지고, 그 결과에 따라 1971년에 국제민간항공조약 등 Annex 16(16부속서)『항공기소음』이 채택되고, 음속제트기에 관한 소음증명 등의 항공기소음 대책에 관한 국제표준이 세계의 민간항공계에 도입되었다.

일본에서의 항공기소음 문제는 1959년 10월 동경국제공항에 Pan-America항공의 B707형기가 처음으로 취항하면서부터, 그 공항주변 주민에 대한 항공기소음의 장애가 크게 되어 야간에 제트기의 이착륙금지조치가 받아들여졌다. 그러나 1955년대 후반부터 본격화한 제트기의 취항에 의해 각지의 공항에 제트기가 이·착륙하게 되고, 이에 따라 발생된 폭음으로 공항주변지역에 있어서 항공기소음이 민원으로 인식되게 되었다. 제트기의 취항에 따라 이러한 항공기소음 문제에 대처하기 위해 소음대책에 관한 법체계의 정비가 검토되고, 1967년에『공공용 비행장주변에 있어서 항공기소음에 의한 장애의 방지 등에 관한 법률(1967년 법률 제110호)』(이하『항공기소음방지법』이라 한다)이 제정되었다. 이러한 노력에도 그 주변지역이 급속히 도시화되는 오사카 국제공항 및 후쿠오카 공항에서는 주변 주민에 의해 비행금지 등의 소송이 제기되었다. 오사카 국제공항에서는 1969년에서 1982년에 걸쳐 5차에 걸친 약 4,000여 명의 주변 주민으로부터 야간의 항공기 이착륙의 금지와 손해배상을 청구하는 소송이 제기되고,



또한 1973년에서 1981년에 걸쳐 약 2만 명의 주변 주민으로부터 공항의 금지와 위자료의 청구를 청구하여 공해분쟁처리법 제26조에 의한 조정신청이 행해졌다. 더욱이 후쿠오카 공항에서는 1976년 및 1981년에 합쳐서 약 800명의 주변 주민으로부터 동일한 소송이 제기되었다. 항공기소음 문제는 이러한 소송 등을 통해서 사회적으로도 극히 큰 문제라 인식되게 되었다.

국내에서도 2003년 3월 광주광역시의 발표에 의하면 국방부가 오는 2006년 시행을 목표로 '군용비행장 등 소음방지 및 주변지역 지원에 관한 법안(안)'의 특별법 제정을 추진 중이라고 밝힌 바 있다.

### 항공기소음의 측정기준

항공기소음의 측정방법은 측정의 목적에 따라서 다르다. 따라서 항공기소음을 측정할 경우에는 측정의 목적에 대해서 충분히 검토한 후, 측정 점의 수와 장소, 측정방법을 결정하는 것이 중요하다.

#### 실태조사에 대한 측정

현재 공항에 취항하고 있는 항공기에 대해서 예측계산을 하여 얻어진 예측contour의 타당성 확인 및 환경대책에 관한 지역지정의 검토를 행하는 경우의 측정으로서 측정 점은 당연히 contour의 WECPNL 지정구역 경계의 선상 또는 경계의 근방이 선정된다. 또한 공항을 신설할 때나 기존공항에 신형 항공기를 취항시켜 그 운행상황을 크게 변경토록 할 때에 행하고 있는 소위 소음시험비행에 대한 측정도 여기에 포함된다.

#### 항공기소음 증명에 대한 측정

항공기소음이 일정 기준 이하에 자리 잡고 있다는 증명을 얻기 위한 측정으로서 측정의 수순

은 ICAO·ANNEX 16에 명확히 정해져 있다. 즉 항공기소음의 level rank를 위한 측정이다.

항공기소음 증명은 증가하고 있는 항공기소음의 영향을 경감하는 데는 무엇보다도 발생원 대책이 중요하기 때문에, 새롭게 제조된 항공기는 발생하는 소음이 일정기준 이하로 안정되어 있다는 증명이 없으면 원칙적으로 상용항공의 용도에 제공되지 않는 것을 목적으로, 1971년에 ICAO·ANNEX 16이 공포되어 음속제트기의 소음을 규제하는 제도로서 도입되었다. 현재에는 소형프로펠라기, 헬리콥터 등의 소음 증명이 더 해지고 있으며, 일본에서는 소형기를 제외하고 고정익기를 대상으로 하여 법제화하고 있다.

#### 소음 기초 데이터에 대한 측정

항공기소음 예측을 행할 때에 필요한 소음 기초 데이터를 작성하기 위해 실시하는 측정이다. 소음 기초 데이터는 엔진출력(음원파워)별로 slant distance(관측점에서 항공기까지의 거리)에 대한 소음치의 관계로부터 표현된다. 측정과 소음 기초 데이터 작성의 Guideline이 ICAO·CIRCULAR에 제안되고 있다. 소음 기초 데이터는 slant distance에 대한 소음치의 관계로 표현되는 것이므로 소음측정뿐 아니라 정확한 비행경로(3차원적인) 측정과, 음원의 상태(엔진출력)의 파악 등이 필요하다. 또한 표준상태로의 소음예측을 행하므로 기초 데이터도 표준상태로 보정하는 것이 필요하고 기상조건은 항공기소음의 증명의 측정에 준하고 있다.

### 항공기소음 평가 방법 및 기준

#### 항공기소음 평가 방법

항공기소음은 발생하는 음향출력이 클 뿐만 아니라 음원이 상공을 이동하기 때문에, 광범위하게 영향을 미치므로 환경소음 중에서도 특히 특

징적이다. 특히 1950년대 전반 제트기의 출현은 항공기소음을 증대한 사회문제로서 인식시킴과 동시에 소음평가법의 연구에서도 진전을 유발시켰는데, 1950년대 말 K.D.Kryter는 제트기 특유의 음질에 기인한 불쾌감에 착안하여 PNL(Perceived Noise Level)을 제안하였다. 이 때부터 항공기소음의 특수성을 고려한 항공기소음 평가법의 연구가 활발하게 되고, 각종의 보정방법과 새로운 평가척도가 차츰 발표되었다.

항공기소음 평가방법은 장시간의 폭로량을 기초로 하여 영향의 정도를 추정하는 것을 목표로 하고 있지만, 계산식을 결정하는 과정에서 크게 분류하면 다음과 같은 두 가지 연구방법이 사용되고 있다.

- 1) 물리량의 측정과 사회조사의 결과를 대응시켜서, 회귀적 수법에 의하여 함수관계를 구하는 방법
- 2) 계측 가능한 물리량을 이용하여, 경험적인 가정을 보충하면서 폭로량의 산정식을 구하는 방법

‘1)’의 방법은 양-반응관계의 기술을 중시하는 방법으로서 주민의 태도반응의 분석에 많은 노력이 소요된다. 설문지 조사를 주체로 한 사회과학적인 통계적 수법에 기본을 둔 것으로 귀납적인 방법론이라고 할 수 있으며, NNI(Noise and Number Index)가 이에 해당된다고 할 수 있다.

‘2)’의 방법은 객관적인 측정에서 얻어진 물리량을 중시하는 방법으로서 소위 소음 폭로량의 여측식이라는 성격이 강하다. 즉 개개의 항공기소음 발생량과 운항조건을 기초로 하여, 순음성분, 지속시간, 발생시기, 발생횟수 등의 요인을 고려한 평가척도를 설정하고, 이 척도를 이용하여 주민의 반응을 추정하는 공학적인 접근방식으로 연역적인 방법론이라고 할 수 있다. CNR, NEF의 연장선상에 위치하는 WECPNL이 이 분류에 해당되는 대표적인 평가방법이다.

현재 국내에서 사용하고 있는 항공기소음 평가 방법은 측정의 편의를 위하여 단순화된 WECPNL이다. 이 단위는 항공기소음에 노출되는 주민의 반응을 객관적으로 나타낼 수 있어서, 공항 주변 소음평가에 적절하다는 인정을 받고 있다. 이 같은 장점에도 불구하고 현재 세계적으로 WECPNL을 쓰는 나라는 우리나라와 일본뿐이다. 미국을 비롯한 유럽의 대부분 국가들은 이미  $L_{dn}$ 을 사용하고 있고, 다른 평가척도를 사용하는 영국 등의 국가도 앞으로  $L_{dn}$ 으로 바꿀 준비를 하고 있다.  $L_{dn}$ 을 선호하는 이유는 WECPNL이 가지는 표면적인 장점에도 불구하고, 일선 소음행정에 종사하는 사람들이 그 근본 뜻을 이해하기가 쉽지 않다는 데 있다. 즉 청감보정 소음도인 dB(A)나  $L_{eq}$  등 비교적 단순한 개념의 단위에 익숙해진 사람들이 새롭고 복잡한 개념의 단위를 기피하는 경향이 있기 때문이다.

또한 세계적으로 대부분의 큰 공항들이 도로소음과 각종 생활소음이 혼재하는 지역에 둘러싸여 있기 때문에, 항공기 소음을 이들 다른 환경소음과 분리하여 취급하는 것이 무의미하기 때문이다. 즉, 공항주변 도로지역 주거지의 환경소음은 항공기소음과 교통소음을 동시에 다루기 때문에, 두 경우의 소음 평가단위가 다르게 되면 그 주거지 전체의 소음문제를 적절히 평가할 수 없게 된다. 따라서 WECPNL은 공항주변의 항공기소음을 객관적으로 평가할 수 있는 가장 이상적인 단위임에도 불구하고, 현실적인 적용상의 어려움 때문에 이용을 기피 당하고 있는 실정이다.

반면에  $L_{dn}$ 은 비교적 단순하고 사용하기 편하다. 항공기소음 평가단위로  $L_{dn}$ 을 사용하면 편할 뿐만 아니라, 항공기소음을 다른 환경소음과 동일한 차원에서 비교 평가할 수 있는 장점이 있다. 또한  $L_{dn}$ 을 사용함으로써 주민들은 항공기소음에 대한 피해 정도를 이미 익숙해져 있는 다른 환경소음과 비교할 수 있고, 피해보상이나 토지이용 규



제 시행 등을 위한 공항관리측과 협의시 서로의 의사를 입증하는 데 활용될 수 있다.

### 각국의 항공기소음 관련 기준

표 1은 12개 주요 환경 선진국과 국내의 항공기소음에 대한 규제기준 또는 권고 내용을 도표화한 것으로서 주택 신축, 기존 주택 방음 시설, 택지 개발 계획에 관계된 내용들을 나타내고 있다.

표 1에서 보는 바와 같이 국가마다 항공기소음

평가척도(소음 지수)가 달라서 상대적으로 비교하기가 곤란하나, 근사식 ( $WECPNL \approx L_{eq}(24h) + 13$ )에서 1일 비행 운항의 90%는 07:00시와 22:00시 사이, 10%는 22:00시와 07:00시 사이에 발생하고, 1일 200대가 비행한다고 가정하여 24시간 등가소음레벨  $L_{eq}(24h)$ 로 대략 환산하여 비교한 것으로 대개는 우리나라 항공기소음 기준보다 더 낮게 설정되어 있음을 확인할 수 있다.

표 1 각국의 항공기소음 관련 기준

국가	소음지수	국가 소음지표	기준치 $L_{eq}(24h)$ in dB	규정
호주	NEF	< 20 20~25 25 <	< 53 53~58 58 <	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 금지
캐나다	NEF	≤ 25 28~30 35 <	≤ 57 60~62 68 <	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 금지
덴마크	$L_{den}$	≤ 55 55 < 60 <	≤ 51 51 < 56 <	주거 가능 주택 신축 금지 코펜하겐공항에 방음 공사 지원
프랑스	$l_p$	< 84 84~89	< 62 62~71	주거 가능 기존 주택 방음 대책 필요
독일	$L_{eq}(24h)$	< 62 67~75 75 <	< 62 67~75 75 <	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요(차음도 > 40dB) 주택 신축 금지, 기존 주택 방음 공사 지원(차음도 > 45dB)
영국	$L_{eq}(24h)$	≤ 57 57~66 66 < 72 < 69 <	≤ 55 55~64 64 < 70 < 67 <	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 엄격 제한 주택 신축 금지 런던공항에 방음 계획
일본	WECPNL	< 70 85 <	< 57 72 <	주거 가능 방음 대책 필요(실내소음레벨 ≤ 65WECPNL)
네덜란드	Ke	≤ 35 35 < 40 < 40~50 50~55	≤ 50 50 < 53 < 53~60 60~64	주거 가능 일반적으로 택지 개발 금지 일반적으로 주택 신축 금지 기존 주택 방음 대책 지원(차음도 : 30~35dB) 기존 주택 방음 대책 지원(차음도 : 30~40dB)
뉴질랜드	$L_{dn}$	≤ 55 55~65 65 <	≤ 52 52~62 62 <	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 금지
노르웨이	NEF	≤ 60 60 < 60~70	≤ 55 55 < 55~65	주거 가능 주택 신축 금지 방음 대책 필요(실내소음레벨 < 35NEF)
스위스	$L_r$	> 45 45~55	> 62 62~72	주택 신축 금지 방음 대책 지원(벽 차음도) 50dB, 창문 차음도 > 35dB)
미국	$L_{dn}$	≤ 65 65~70 70~75 75 <	≤ 62 62~67 67~72 72 <	주거 가능 일반적으로 택지 개발 금지(차음도 > 25dB) 택지 개발 엄격 제한(차음도 > 30dB) 택지 개발 금지
한국	WECPNL	< 80 80~95 95 <	< 67 67~82 82 <	주거 가능 기존 주택 방음 대책 주택 신축 제한 이후 대책, 주택 신축 금지

표 2 시설물 설치 제한(항공법 시행규칙 제274조 관련)

구 분	소음피해지역		소음피해예상지역
	제1종 95 이상	제2종 90 이상 ~ 95 미만	제3종 80 이상 ~ 90 미만
주거용 시설	신축 및 증·개축 금지	- 신축금지 - 방음시설시공 조건으로 증·개축 허가	방음시설시공 조건으로 신축 및 증·개축 허가
교육 및 의료시설	신축 및 증·개축 금지	- 신축금지 - 방음시설시공 조건으로 증·개축 허가	방음시설시공 조건으로 신축 및 증·개축 허가
공공시설	신축 및 증·개축 금지	- 신축금지 - 방음시설 시공조건으로 증·개축 허가	방음시설시공 조건으로 신축 및 증·개축 허가
기타공장, 창고 및 운송시설	공항 운영에 관련된 시설물 설치 허가	항공기소음과 무관한 시설물의신축 및 증·개축 허가	

표 3 시설물 용도 제한(항공법 시행규칙 제274조 관련)

구 분	구 역	소음레벨(WECPNL)	용도제한지역
소음피해 지역	제1종	95 이상	1. 완충녹지지역(이·착륙 안전지대) 2. 공항 운영에 관련된 시설만이 설치가능
	제2종	90 이상 95 미만	1. 전용공업지역 2. 일반공업지역 3. 자연녹지지역 4. 항공기소음과 무관한 시설만이 설치가능
소음피해 예상지역	제3종	80 이상 90 미만	1. 준공업지역 2. 상업지역 3. 시설물 방음시설 의무화 지역

국내에서는 항공기소음을 소음·진동 규제법(환경부 제정)과 항공법(건교부 제정)으로 규제하고 있으며, 항공법 시행규칙 제274조에서는 표 2와 표 3에 나타난 바와 같이 시설물 용도제한 및 설치제한 기준을 제시하고 있다.

와  $L_{50}$ 을 평가량으로 사용하고, 캘리포니아 주정부의 경우 CNEL을 사용하여 실내 소음값을 평가하고 있으며, 자세한 사항은 표 4에 나타난 바와 같다.

**일본**

기존의 '공해 대책 기본법(1974년)'을 보완해 '항공기 소음에 관한 환경 기준에 대하여(1976년 12월)'에서 표 5와 같은 환경 기준을 설정하여 시행해 오고 있다.

**한국**

표 6에 나타난 것은 환경부에서 발표한 환경영향 평가 지침으로 일종의 환경 기준의 성격을 대신하고 있다. 상기 지침에서는 공항 주변 인근지역은 90WECPNL 이하, 기타 지역은 80WECPNL 이하로 규정하고 있다.

각 국에서는 항공기소음 문제를 환경보존차원에서 접근하여, 항공기소음에 대한 환경기준을 제안하고 있다.

**미국**

미국의 항공기소음 기준은 연방 정부에서 정책 및 방향 제시만을 하고 실제 규제 대상, 규제 방법, 규제 기준 등은 각 주 정부나 시에서 적절히 조정하여 시행하고 있다.

FAA, DOD 및 HUD는 연방 정부 소속으로 NEF



표 4 미국의 항공기소음 적용 기준

Organization	Applied noise	Index	Restriction value(dB)	Restriction criteria Restriction contents and basic reason
EPA(1972)	all noises	$L_{dn}$	55	Criteria for maintaining health (considering safety error by 5%)
FAA	aircraft noise	$L_{dn}$	less 65	Criteria based on public dissatisfaction (almost nearly no dissatisfaction)
DOT	aircraft noise	$L_{dn}$	above 65	Dissatisfaction
HUD (1971)			less 65	Generally possible to accept
HUD (1979~80)	aircraft noise, road traffic noise	$L_{dn}$	above 65	Ordinarily impossible to accept
			less 65	Permission
CDA (1971)	aircraft noise	CNEL	above 65	Generally possible to accept
			less 65	possible to accept
Joint Federal Agencies (1980)	aircraft noise, road traffic noise	$L_{dn}$	above 65	Impossible to accept
			less 55	Possible to accept
			55~65	Partially possible to accept
ANSI (1980)	aircraft noise	$L_{dn}$	above 65	Impossible to accept
			less 55	Possible to accept
			55~65	Partially possible to accept

표 5 일본의 항공기소음에 대한 환경기준

지역 구분	기준치(WECPNL)	내 용
I	70 이하	- 전용 주거지역
II	75 이하	- 'I' 이외의 지역으로 통상의 생활을 보전할 필요가 있는 지역

표 6 현행 항공기소음 평가 기준

등급	WECPNL	적 용 대 상 지 역
가	70 미만	주거지역, 관광휴양지역, 자연환경 보전지역, 학교지역, 병원
나	70~75 미만	주거지역, 병원, 학교 등은 건물방음을 일부 요하는 지역
다	75~80 미만	상업지역, 준공업지역, 주거, 병원, 학교 등은 건물 방음을 필요 요하는 지역
라	80~90 미만	공업지역, 주차장, 창고 농장 등 소음과 무관한 시설만이 신설 가능한 지역, 기타 용도의 경우 기존 시설 방음이 요하는 지역
마	90 이상	공항전용지역, 공항 운용에 관계된 시설물

[참고문헌]

- 1) 환경부, 환경백서2002.
- 2) 한국소음진동공학회, 2001, 항공기 및 철도소음의 환경기준 설정에 관한 연구, 환경부.
- 3) 국립환경연구원, 空港周邊 航空機騒音-일반공항을 중심으로-, 1998, 환경연구요람.
- 4) D.H.Schwela, 2000, "The World Health Organization Guidelines for Environmental Noise", NOISE/NEWS International, Vol.8, No.1.
- 5) T.J.Schultz, Community Noise Rating(2nd Edition), Applied Science Publishers.
- 7) 井上和夫, 1995, 航空機騒音の防止と環境基準, 騒音制御 Vol.19 No.2.
- 8) 吉岡 序, 1995, 航空機騒音の測定方法, 騒音制御 Vol.19 No.3.
- 9) 日本建築學會, 1980, 音の評價法, 彰國社刊.